



APLIKASI SIMULASI BODY MASS INDEX BERBASIS WEB DENGAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC

Aditya Lapu Kalua^{1*}, Pinrolinvic D.K. Manembu², Angreine Kewo³
Teknik Informatika, Universitas Katolik De La Salle Manado Kairagi 1 Kombos Manado

¹[*aditya_lapu@yahoo.com](mailto:aditya_lapu@yahoo.com), ²pinrolinvic@gmail.com, ³akewo@unikadelasalle.ac.id

ABSTRAK

Memiliki badan yang ideal merupakan dambaan daripada setiap orang baik itu orang tua maupun orang muda. Badan yang ideal sangat berpengaruh pada penampilan fisik dan kesehatan setiap orang. Terkait hal tersebut, suatu aplikasi simulasi Body Mass Index dengan menerapkan konsep Kecerdasan buatan didalamnya terlebih khusus menggunakan metode Fuzzy Logic berhasil dikembangkan. Aplikasi ini dapat membantu setiap orang untuk dapat mengetahui keadaan badan mereka pada saat ini, apakah ideal ataukah tidak? Pada aplikasi ini tinggi badan dan berat badan menjadi input, yang kemudian diolah dengan menggunakan metode Fuzzy Logic dan menghasilkan 4 buah output yang berupa kategori kondisi badan yaitu: tidak sehat, agak sehat, sehat dan sangat sehat. Keempat kategori tersebut sudah dilengkapi dengan autosuggestion yaitu berupa rekomendasi apa yang dapat dilakukan oleh user untuk selanjutnya. User dapat menggunakan aplikasi ini untuk mengevaluasi keseimbangan dan merubah gaya hidup lebih baik lagi.

Kata kunci : *Body Mass Index, Artificial Intelligence, Fuzzy Logic, Suggestion*

I. Pendahuluan

Berat badan dan tinggi badan yang ideal merupakan dambaan setiap orang, entah itu orang tua maupun orang muda. Karena setiap orang sadar bahwa memiliki berat dan tinggi badan yang ideal (sehat) akan berpengaruh bagi segi penampilan fisik dan kesehatan mereka. Berbagai cara dilakukan agar dapat mencapai berat badan dan tinggi badan yang ideal (sehat). Namun, pada umumnya masyarakat masih banyak yang belum tahu apakah berat dan tinggi badannya saat ini sudah ideal (sesuai standar untuk dapat dikatakan sehat) ataukah belum. Kebanyakan mereka hanya menarik suatu kesimpulan bahwa badan mereka ideal hanya dengan hanya menenka – nerka atau berdasarkan pandangan kasat mata saja tanpa menggunakan suatu metode perhitungan yang melibatkan variable-variable tertentu.

Dalam buku Nutrition and weight control for longevity dituliskan bahwa, 60% manusia tidak tahu bahwa mereka harus menurunkan berat badan akibat obesitas[1]. Hal ini menunjukkan bahwa manusia dasarnya tidak mengerti mengenai proses penghitungan berat dan tinggi badan yang ideal. Dalam buku Overweight and Weight Management dituliskan bahwa mengukur berat massa tubuh atau BMI (Body Mass Index) dengan cara membagi berat badan dalam satuan kilogram dengan tinggi badan dengan satuan meter[2]. Hal ini digunakan untuk mengetahui berat tubuh normal manusia. Dipandang dari masalah tersebut dan dihubungkan dengan ilmu pengetahuan yang ada dan berkembang saat ini, ada suatu konsep kecerdasan buatan yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Metode Fuzzy Logic cocok untuk melakukan perhitungan kondisi tubuh yang ideal bagi seseorang.

Oleh karena itu tentu bagi mereka yang tidak menguasai suatu metode perhitungan rumus berat dan tinggi badan akan mengalami kesulitan dalam menentukan kondisi tubuh mereka apakah sudah ideal ataukah tidak. Pertanyaannya saat ini bagaimana supaya masyarakat dapat mengetahui kondisi tubuh mereka apakah badan mereka sudah dapat dikategorikan ideal atau belum, dengan mengukur berat dan tinggi badan mereka tanpa harus melakukan suatu perhitungan tertentu yang tentunya sedikit rumit untuk orang awam. Salah satu cara adalah dengan membuat suatu aplikasi yang dapat melakukan perhitungan untuk mengetahui kondisi tubuh seseorang melalui berat dan tinggi badan mereka. Memberikan solusi bagi pengguna sesuai dengan kategori BMI (Body Mass Index) pengguna.

Tujuan penelitian ini adalah membangun suatu aplikasi yang dapat digunakan untuk mengetahui kondisi tubuh seseorang melalui perhitungan berat dan tinggi badan serta memberikan *suggestion* untuk penanganan selanjutnya terhadap kondisi badan mereka dengan menerapkan konsep *Artificial Intelligence* serta metode *Fuzzy Logic* di dalamnya

II. Landasan Teori

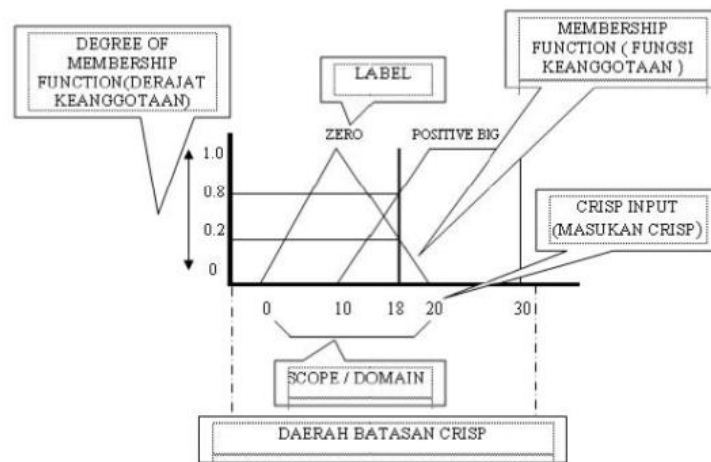
II.1 Fuzzy Logic

Fuzzy Logic selanjutnya bisa disebut “Logika Kelabu”, termasuk metode matematika yang menjelaskan suatu nilai ketidakjelasan dalam nilai kebenaran pada suatu keadaan. Dimana logika kelabu merupakan bagian dari logika konvensional yang memperluas konsep sebagian nilai – nilai kebenaran antara “benar keseluruhan” dengan “salah

keseluruhan”. Logika kelabu merupakan pengambilan keputusan secara kata-kata “manusia” dan bahasa yang sesungguhnya dibandingkan dengan sistem logika konvensional. Logika kelabu berkembang cepat sejak dua dekade yang lalu, dimana memasuki pada bidang kependaian buatan (Artificial Intelligence) , ilmu komputer, teknik kontrol, teori pengambilan keputusan pengenalan pola, robotika, kontrol pesawat terbang dan lainnya[3].

Profesor Lotfi A. Zadeh adalah guru besar pada University of California yang merupakan pencetus sekaligus yang memasarkan ide tentang cara mekanisme pengolahan atau manajemen ketidakpastian yang kemudian dikenal dengan logika fuzzy tersebut. Dalam penyajiannya variabel - variabel yang akan digunakan harus cukup menggambarkan ke-fuzzy-an, tetapi di lain pihak persamaan - persamaan yang dihasilkan dari variabel - variabel itu haruslah cukup sederhana sehingga komputasinya menjadi cukup mudah. Karena itu Profesor Lotfi A Zadeh kemudian memperoleh ide untuk menyajikannya dengan menentukan “derajat keanggotaan” (membership function) dari masing - masing variabelnya[4].

Fungsi keanggotaan (membership function), Sudradjat adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik input data kedalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Adapun kurva yang dimaksud berserta penjelasan dari masing – masing bagiannya dapat dilihat pada gambar dan penjelasan di bawah ini:



Gambar 1. Konsep Dasar Fuzzy Logic [4]

- Derajat Keanggotaan (*membership function*) adalah : derajat dimana nilai *crisp* dengan fungsi keanggotaan (dari 0 sampai 1), juga mengacu sebagai tingkat keanggotaan, nilai kebenaran, atau masukan *fuzzy*.
- Label adalah nama deskriptif yang digunakan untuk mengidentifikasikan sebuah fungsi keanggotaan.
- Fungsi Keanggotaan adalah mendefinisikan *fuzzy set* dengan memetakan masukan *crisp* dari domainnya ke derajat keanggotaan.
- Masukan *Crisp* adalah masukan yang tegas dan tertentu.
- Lingkup/*Domain* adalah lebar fungsi keanggotaan. Jangkauan konsep, biasanya bilangan, tempat dimana fungsi keanggotaan dipetakan.
- Daerah Batasan *Crisp* adalah jangkauan seluruh nilai yang dapat diaplikasikan pada variabel sistem

II.2 Suggestion

Berikut ini adalah teori – teori dasar yang digunakan untuk fitur *suggestion* kepada *user* ketika mendapatkan prediksi kondisi kesehatan seseorang. Adapun kriteria *suggestion* dibedakan atas empat kategori yang masing – masing adalah : Sangat sehat, sehat, agak dan tidak sehat^[5]. Adapun rincian adalah sebagai berikut^[6] :

Sangat Sehat :

1. Makanlah sayur dan buah-buahan antioksidan. Untuk menjaga metabolisme tubuh dan menghancurkan toksin-toksin dalam tubuh.
2. Hindari terlalu banyak makanan yang mengandung karbohidrat termasuk gula. Karbohidrat yang kita dapatkan dari beras, ubi, singkong dll penting sebagai sumber tenaga dan segala aktivitas. Namun, konsumsi karbohidrat yang berlebihan dapat mengakibatkan penumpukan lemak, dan menjadi sarang penyakit salah satunya adalah obesitas.
3. Minum susu rendah lemak. Karena kalsium pada susu berfungsi untuk menguatkan tulang dan memacu tubuh untuk membakar lemak.
4. Olah raga teratur. Agar menjaga bentuk tubuh dan kebugaran tubuh. Olah raga pun akan membakar kalori dalam tubuh anda sehingga makanan dalam tubuh tidak diubah menjadi timbunan lemak.
5. Minum air putih minimal 8 gelas sehari. Minum air putih tidak akan menaikkan berat badan. Sebaliknya banyak mengkonsumsi air putih sangat bermanfaat bagi tubuh kita, misalnya memperlancar sistem

pencernaan, merawat kulit agar tetap sehat dan segar, sebagai penyeimbang tubuh dan membuat tubuh lebih bugar.

6. Lakukan diet yang sehat agar berat badan bisa turun secara bertahap.

Sehat :

1. Anda harus sarapan!
Jika tidak sarapan gula darah akan turun sehingga konsentrasi terganggu, lemas dan mudah marah. Untuk itu disarankan untuk sarapan pagi agar menjaga metabolisme tubuh dan konsentrasi.
2. Olah raga teratur
Agar menjaga bentuk tubuh dan kebugaran tubuh. Olah raga pun akan membakar kalori dalam tubuh anda sehingga makanan dalam tubuh tidak diubah menjadi timbunan lemak.
3. Minum air putih minimal 8 gelas sehari.
Minum air putih tidak akan menaikkan berat badan. Sebaliknya banyak mengkonsumsi air putih sangat bermanfaat bagi tubuh kita, misalnya memperlancar sistem pencernaan, merawat kulit agar tetap sehat dan segar, sebagai penyeimbang tubuh dan membuat tubuh lebih bugar.

Agak Sehat :

1. Makan makanan yang bergizi Seperti 4 sehat 5 sempurna. Karena tubuh kita membutuhkan kandungan gizi seperti karbohidrat, lemak, protein dan mineral untuk metabolisme tubuh.
2. Mengonsumsi vitamin. Vitamin yang cukup dibutuhkan tubuh untuk daya tahan tubuh dan menambah nafsu makan.
3. Olah raga secukupnya. Agar menjaga bentuk tubuh dan kebugaran tubuh. Olah raga pun akan membakar kalori dalam tubuh anda sehingga makanan dalam tubuh tidak diubah menjadi timbunan lemak.
4. Minum air putih minimal 8 gelas sehari. Minum air putih tidak akan menaikkan berat badan. Sebaliknya banyak mengkonsumsi air putih sangat bermanfaat bagi tubuh kita, misalnya memperlancar sistem pencernaan, merawat kulit agar tetap sehat dan segar, sebagai penyeimbang tubuh dan membuat tubuh lebih bugar.

Tidak Sehat :

1. Konsumsi sayuran, buah-buahan, gandum utuh lebih baik dibandingkan mengkonsumsi makanan olahan, karena makanan olahan biasanya rendah serat.
2. Ngemil, anda bisa ngemil tetapi jangan berlebihan. Konsumsi kacang-kacangan yang secukupnya untuk tubuh dan hindari jenis *junk food* atau makanan kecil lainnya yang berkalori tinggi.
Minum air putih minimal 8 gelas sehari. Minum air putih tidak akan menaikkan berat badan. Sebaliknya banyak mengkonsumsi air putih sangat bermanfaat bagi tubuh kita, misalnya memperlancar sistem pencernaan, merawat kulit agar tetap sehat dan segar, sebagai penyeimbang tubuh dan membuat tubuh lebih bugar.

II.3 Aplikasi Web

Pada awalnya aplikasi *web* dibangun dengan hanya menggunakan bahasa yang disebut HTML (*HyperText Markup Language*). Pada perkembangan berikutnya, sejumlah skrip dan objek dikembangkan untuk memperluas kemampuan HTML seperti PHP dan ASP pada skrip dan Applet pada objek. Aplikasi *Web* dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu aplikasi *web* statis dan dinamis.

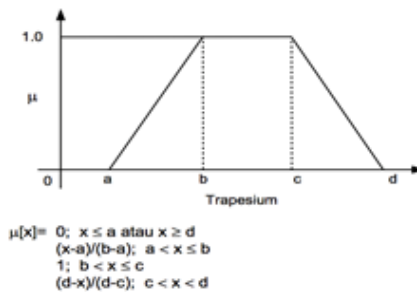
Web statis dibentuk dengan menggunakan HTML. Kekurangan aplikasi seperti ini terletak pada keharusan untuk memelihara program secara terus menerus untuk mengikuti setiap perkembangan yang terjadi. Kelemahan ini diatasi oleh model aplikasi *web* dinamis. Pada aplikasi *web* dinamis, perubahan informasi dalam halaman *web* dilakukan tanpa perubahan program tetapi melalui perubahan data. Sebagai implementasi, aplikasi *web* dapat dikoneksikan ke basis data sehingga perubahan informasi dapat dilakukan oleh operator dan tidak menjadi tanggung jawab dari *webmaster*.

Arsitektur aplikasi *web* meliputi klien, *web server*, *middleware* dan basis data. Klien berinteraksi dengan *web server*. Secara internal, *web server* berkomunikasi dengan *middleware* dan *middleware* yang berkomunikasi dengan basis data. Contoh *middleware* adalah PHP dan ASP. Pada mekanisme aplikasi *web* dinamis, terjadi tambahan proses yaitu *server* menerjemahkan kode PHP menjadi kode HTML. Kode PHP yang diterjemahkan oleh mesin PHP yang akan diterima oleh klien^[7].

III. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan metode *Fuzzy Logic* dengan derajat keanggotaan Trapesium. Adapun proses proses penentuan kondisi berat badan dan penentuan *suggestion* yang harus dilakukan selanjutnya dapat dilihat pada contoh berikut ini:

Fungsi Keanggotaan Trapesium



Gambar 2. Fungsi keanggotaan Trapesium [8]

Rule base

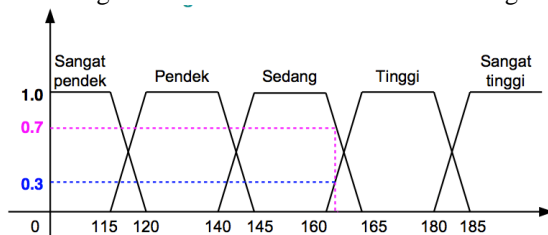
Tabel 1. Rule base/Tabel Aturan [8]

BERAT						
T I N G G I		Sangat kurus	Kurus	Biasa	Berat	Sangat berat
	Sangat pendek	SS	S	AS	TS	TS
	Pendek	S	SS	S	AS	TS
	Sedang	AS	SS	SS	AS	TS
	Tinggi	TS	S	SS	S	TS
	Sangat tinggi	TS	AS	SS	S	AS

- Kemudian dari fungsi keanggotaan trapesium dan *rule base* tersebut dibentuklah suatu kondisi dalam aplikasi bentuk *if-then*, contoh : **If sangat pendek dan sangat kurus then sangat sehat then suggestion.**

Contoh :

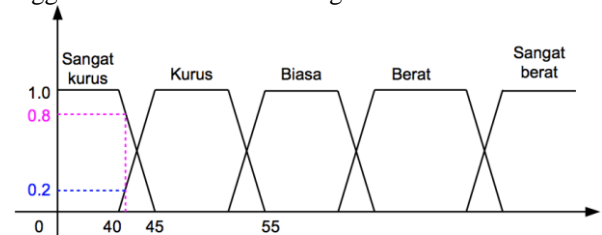
Bagaimana kondisi kesehatan untuk orang dengan tinggi 161.5 cm dan berat 41 kg?



$$\mu_{\text{sedang}}[161.5] = (165-161.5)/(165-160) = 0.7$$

$$\mu_{\text{tinggi}}[161.5] = (161.5-160)/(165-160) = 0.3$$

Gambar 3. Variabel *input* tinggi badan (contoh) [8]



$$\mu_{\text{sangat kurus}}[41] = (45-41)/(45-40) = 0.8$$

$$\mu_{\text{kurus}}[41] = (41-40)/(45-40) = 0.2$$

Gambar 4. Variabel *input* berat badan (contoh)[8]

Rules Evaluation

Tabel 2. Rule Evaluation berat dan tinggi badan (contoh) [8]

BERAT						
T I N G G I		0.8	0.2	Biasa	Berat	Sangat berat
	Sangat pendek	SS	S	AS	TS	TS
	Pendek	S	SS	S	AS	TS
	0.7	AS	SS	SS	AS	TS
	0.3	TS	S	SS	S	TS
	Sangat tinggi	TS	AS	SS	S	AS

Diperoleh:

$$f = \{TS, AS, S, SS\} = \{0.3, 0.7, 0.2, 0.2\}$$

Penentuan hasil akhir, ada 2 metoda:

- Max method*: index tertinggi 0.7. Hasil : Agak Sehat
- Centroid method*, dengan metoda Sugeno:

$$\text{Decision Index} = (0.3 \times 0.2) + (0.7 \times 0.4) + (0.2 \times 0.6) + (0.2 \times 0.8) /$$

$$(0.3 + 0.7 + 0.2 + 0.2) = 0.4429$$

$$\text{Crisp decision index} = 0.4429 \xrightarrow{\text{SEP}} \text{Fuzzy decision index : 75\% agak sehat, 25\% sehat}$$

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Untuk mengetahui kondisi badan seseorang apakah dia ideal ataukah tidak diperlukan suatu parameter-parameter sebagai panduan awal di dalam penginputan data diri *user*. Parameter-parameter tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Parameter Tinggi Badan

Tinggi Badan	Nilai Linguistik
Sangat Pendek	≤ 120 cm
Pendek	115 cm – 145 cm
Sedang	140 cm – 165 cm
Tinggi	160 cm – 185 cm
Sangat Tinggi	≥ 180 cm

Tabel 4. Parameter Berat Badan

Berat Badan	Nilai Linguistik
Sangat Kurus	≤ 45 kg
Kurus	40 kg – 55 kg
Biasa	50 kg – 65 kg
Berat	60 kg – 85 kg
Sangat Berat	≥ 80 kg

Adapun desain masukan/keluaran dari aplikasi simulasi *body index mass* adalah sebagai berikut :

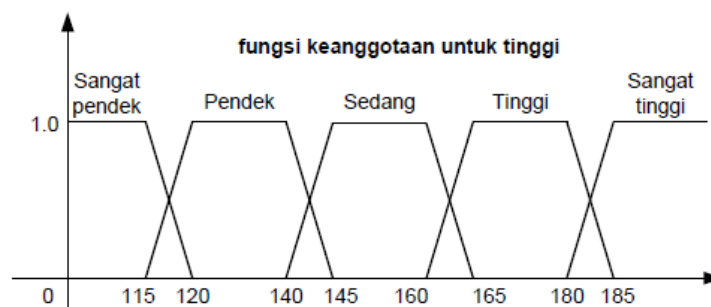
Adapun *input* yang digunakan adalah :

1. Tinggi badan dengan *range* 0 cm – 185 cm

Variabel Linguistik : Tinggi Badan

Nilai Linguistik : Sangat pendek. Pendek. Sedang. Tinggi. Sangat tinggi

Fungsi Keanggotaan : Trapezium



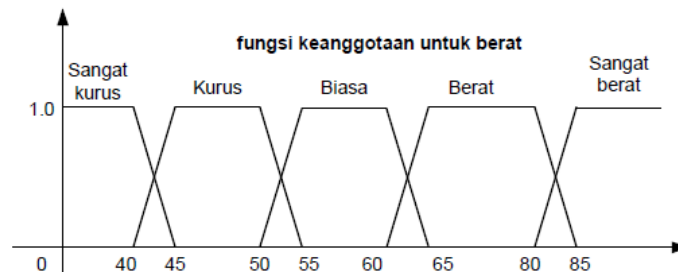
Gambar 5. Variabel *input* tinggi badan [8]

2. Berat badan dengan *range* 0 kg – 85 kg

Variabel Linguistik : Berat Badan

Nilai Linguistik : Sangat kurus. Kurus. Biasa. Berat. Sangat berat

Fungsi Keanggotaan : Trapezium



Gambar 6. Variabel *input* berat badan [8]

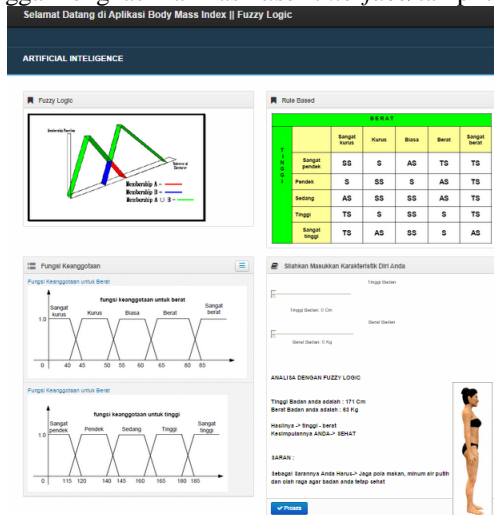
Sedangkan *output* berupa satu saja yaitu :

Kondisi badan :

Nilai Linguistik : Sangat Sehat. Sehat. Agak Sehat dan Tidak Sehat lengkap dengan *suggestion* kegiatan yang harus dilakukan selanjutnya untuk mempertahankan atau memperbaiki kondisi badan yang telah dimiliki saat ini.

Dengan keadaan diatas maka dapat di rancang penalaran *fuzzy logic* yang memiliki ke- 25 aturan seperti pada tabel 1.

Semua *Input/output* diatas yaitu 2 *input* (tinggi dan berat badan) dan 1 *output* (kondisi badan) serta 25 aturan yang sesuai dengan tabel aturan diatas lengkap dengan *suggestion* kegiatan yang harus dilakukan berdasarkan hasil prediksi kondisi badan, di formulasikan dalam suatu program yang di buat pada Adobe Dreamweaver CS 3 dengan menggunakan bahasa pemrograman HTML serta PHP dan *software* perancangan *interface* Adobe Photoshop CS 3 sehingga menghasilkan hasil *user interface*/tampilan terlihat sebagai berikut:



Gambar 7. Tampilan Program

Adapun penjelasan singkat mengenai jalannya aplikasi adalah sebagai berikut :

1. Input

Tampilan di atas terdiri dari 2 buah *slider* yang digunakan untuk mengisi berat dan tinggi badan *user*. Total inputan di dalam program hanya terdiri atas dua yaitu berat dan tinggi badan yang disikan secara manual dengan cara menggeserkan *slider* sesuai berat dan tinggi badan *user*. Untuk berat badan dibatasi dengan *range* antara 0 - 85 kg dan tinggi badan dibatasi dengan *range* 0 – 185 cm.

2. Proses

Tombol berwarna biru “PROSES” adalah tombol yang digunakan untuk mengeksekusi masukan dari k-2 inputan yang telah diisikan sebelumnya yang kemudian mengolahnya secara *Fuzzy*, sesuai dengan aturan yang telah di tetapkan sebelumnya, kemudian menampilkan hasil pengolahannya pada bagian *output* (Hasil Analisa Dengan *Fuzzy Logic*).

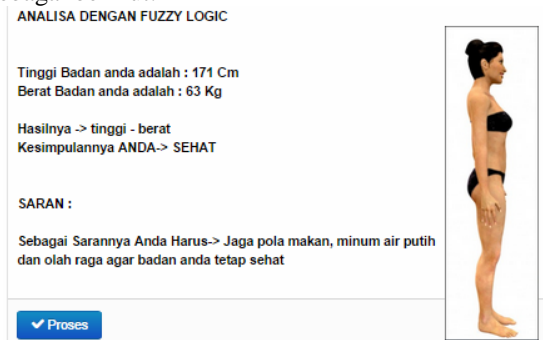
3. Output

Untuk bagian *output* menampilkan hasil penalaran dari *Fuzzy Logic* yaitu kondisi badan *user* lengkap dengan *suggestion* terhadap kondisi badan yang diperoleh dari penalaran tersebut. Untuk keempat kemungkinan yang akan terpilih apakah *user* : Sangat Sehat, Sehat, Agak Sehat, dan Tidak Sehat.

Sehingga, pada prinsipnya cara penentuan bahwa badan *user* itu berada pada kemungkinan yang mana dari 4 kemungkinan di atas adalah berdasarkan perhitungan dari perbandingan berat dan tinggi badan yang telah di inputkan sebelumnya kemudian diolah oleh sistem dengan menggunakan metode *Fuzzy Logic*. Selain penentuan kondisi badan *user* aplikasi juga menyajikan informasi tentang *suggestion* hal-hal apakah yang harus dilakukan oleh *user* berdasarkan hasil kondisi badan yang didapatkannya berdasarkan perhitungan *fuzzy logic*. Untuk mengakhiri dan menutup aplikasi silahkan menekan tombol “close” di sudut kanan atas.

V. Kesimpulan

- Fuzzy logic dapat diterapkan dalam aplikasi simulasi perhitungan body mass index, untuk dapat mengetahui kondisi badan seseorang cukup dengan menggunakan 2 fungsi keanggotaan saja yaitu tinggi dan berat badan, maka sistem sudah dapat berjalan dengan baik serta menghasilkan output sesuai apa yang diharapkan. Aplikasi sudah dapat memberikan *suggestion* terhadap kegiatan selanjutnya yang kiranya dapat dilakukan oleh *user* untuk mempertahankan atau memperbaiki kondisi tubuh mereka saat ini (kondisi tubuh berdasarkan hasil perhitungan aplikasi dengan menggunakan fuzzy logic).
- Telah dilakukan pengujian akan Aplikasi simulasi body mass index ini. Dimana berdasarkan hasil pengujian tersebut didapatkan bahwa aplikasi sudah dapat bekerja dengan baik, fungsi fuzzy logic dapat melakukan penalaran dan menghasilkan output kondisi badan *user* beserta dengan *suggestion* kegiatan-kegiatan yang harus dilakukan oleh *user* untuk memperbaiki atau mempertahankan kondisi badan yang mereka miliki saat ini.



Gambar 8. Simulasi kondisi badan dengan *Fuzzy Logic* beserta *suggestion* yang diberikan oleh aplikasi berdasarkan hasil *fuzzy logic* tersebut

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak Terima Kasih kepada pihak – pihak yang telah memberikan bantuan berupa moril maupun material kepada penulis, khususnya Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Katolik De La Salle Manado, yang telah memberikan bantuan dana penelitian dan presentasi.

Daftar Pustaka

1. Hopkins, J., 2007, John Hopkins White Papers, 1st ed. Baltimore, Maryland, John Hopkins Medicine.
2. Dalton, S., 1997, “Overweight and Weight Management”, 1st ed. Gaithersburg, Maryland, An Aspen Publication.
3. Manembu, P., 2011, “Sistem Lampu Lalu Lintas dengan Logika Kelabu (Traffic Light Based on Fuzzy Logic)”, Fakultas Teknik Universitas Katolik De La Salle Manado, Manado.
4. Unpad. 2010, “Dasar-dasar Fuzzy Logic”, [ONLINE] Available at: http://pustaka.unpad.ac.id/wp-content/uploads/2010/07/dasar_dasar_fuzzy_logic.pdf. [Accessed 09 June 14].
5. Yogasmara, E., 2010, “Buku Pintar Keluarga Sehat”, 1st ed. Jakarta, PT. Gramedia.
6. Kanisius, 2009, “Bebas Masalah Berat Badan”, 1st ed. Yogyakarta, Trident Reference Publishing.
7. Kadir, A., 2009, “Membuat aplikasi web dengan PHP+ Database MySQL”, Yogyakarta, Penerbit Andi.
8. Manembu, P., 2013, “Bahan Ajar Fuzzy Logic”, Fakultas Teknik Universitas Katolik De La Salle Manado, Manado.